



Influence des caractéristiques physico-chimiques des sols sur la flore et la végétation ligneuse de trois stations du tracé de la grande muraille verte du Tchad

Minda MAHAMAT-SALEH¹, Mariama Dalanda DIALLO^{2*}, Ousmane NDIAYE¹, Khoudia NIANG¹, Seyni SANE¹, Goalbaye TOUROUMGAYE⁴, François MATTY³, Aliou GUISSÉ¹

¹Université Cheikh Anta Diop. Faculté des Sciences et Techniques. Département de Biologie Végétale. BP 5005. Dakar-Fann (Sénégal)

²Université Gaston-Berger. UFR des Sciences Agronomiques, de l'Aquaculture et des Technologies Alimentaires. Section Productions Végétales et Agronomie. BP 234. Saint-Louis (Sénégal)

³Institut des Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, B.P 5005 Dakar (Sénégal)

⁴Université de Sarh, institut des sciences agronomiques et de l'environnement. BP 105. Sarh (Tchad)

*Auteur correspondant ; E-mail : mariama-dalanda.diallo@ugb.edu.sn Tel : 00221 776420974

Original submitted in on 13th October 2015. Published online at www.m.elewa.org on 30th November 2015
<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v95i1.3>

RESUME

Description du sujet. Le Tchad, situé dans une zone aride à semi-aride, est caractérisé par plusieurs contraintes environnementales dont une forte sécheresse et une dégradation accrue des sols liées respectivement à un déficit pluviométrique et à une forte érosion éolienne.

Objectif : L'objectif de cette étude est d'évaluer l'influence des caractéristiques physico-chimiques (texture, salinité et alcalinité) des sols sur la flore et la végétation ligneuse de trois stations (Lac, Kanem et Bahr El Ghazal) du tracé de la Grande Muraille Verte du Tchad.

Méthodologie et Résultats : Dix profils pédologiques ont été décrits en raison de trois ou quatre profils par station. Des analyses physico-chimiques (granulométrie, pH et conductivité électrique) ont été effectuées sur les échantillons de sols des différents profils. La composition floristique et la structure des peuplements ligneux autour de l'environnement de chacun des dix profils pédologiques ont été déterminées.

L'analyse en composantes principales de la matrice constituée des dix profils pédologiques décrits, les cinq paramètres physico-chimiques analysés et les dix huit espèces recensées dans les trois stations a mis en évidence trois groupes de sols en fonction des paramètres physico-chimiques et trois groupes d'espèces végétales le long du tracé.

Conclusion et application des résultats : Il ressort de cette étude que la salinité, l'alcalinité et la teneur élevée en sable des sols constituent les contraintes majeures à la production végétale dans ce milieu sahélien.

Mots-clés. Salinité, pH, ACP, Profil pédologique, Tchad, GMV

Effect of soil physico-chemical characteristics on the flora and timber vegetation at three sites of Chad's great green wall line

ABSTRACT

Description of the subject: Chad, located in a dry to semi-dry zone, is characterized by lot of environmental constraints including severe droughts, soil degradation due to insufficient rainfall and strong wind erosion.

Objectives: This study was carried to evaluate the influence of soil's physico-characteristics (texture, salinity and alkalinity) on the flora and timber vegetation at three sites (Lac, Kanem and Bahr El Ghazal) of Chad's Great Green Wall.

Methodology and Results: Ten pedologic profiles were described with 3 to 4 profiles per site. Physico-chemical analyses (granulometry, pH, electric conductivity) were carried out using the soil samples of the different profiles. The floral composition and the structure of timber populations around the environment of ten pedologic profiles were determined.

The principal component analysis (PCA) of the matrix of the ten described pedologic profiles, the five analyzed soil's physico-chemical parameters and the heighten species recorded in the three sites have evidenced the existence of three groups of soil in relation to the physico-chemical parameters and three groups of species alongside the line.

Conclusions and application of results: From this study, it appears that the salinity, the alkalinity and the high content in sand of soils are the major constraints of vegetal production in this Sahelian zone.

Key words: Chad, GGW, PCA, Pedologic profile, pH, Salinity

INTRODUCTION

En Afrique, les écosystèmes arides et semi-arides s'étendent sur 10 millions de km² et dépassent largement toute la zone sahélienne (Menaut *et al.*, 1995). Ces écosystèmes constituent un patrimoine exceptionnel non seulement par leur richesse, mais aussi par leur importance dans les activités humaines les plus essentielles à savoir l'alimentation, la santé et l'économie (Mitinje *et al.*, 2006). Actuellement, plus de 2/3 de la superficie du continent africain est couverte de zones fortement dégradées ou désertiques (Dia et Niang, 2012) et 6,4% des terres émergées seraient touchées par des phénomènes de salinité ou d'alcalinité (FAO, 2003). Cette salinisation est considérée comme une cause majeure de désertification et constitue donc une forme grave de dégradation des sols (Heller *et al.*, 1998). Ce problème de la salinisation en Afrique s'accroît du fait de l'augmentation des températures et de la réduction des précipitations, caractéristiques du climat de ces dernières années (FAO, 2003). Pour faire face à cette désertification, les pays du Sahel ont initié, le projet de la Grande Muraille Verte (GMV) qui constitue une stratégie pour lutter contre la désertification et réhabiliter les sols dégradés. Cette GMV est une ceinture de végétation constituée de plusieurs espèces telles

que *Acacia totilis* var. *raddiana*, *Acacia seyal*, *Balanites aegyptiaca*, etc., reliant Dakar à Djibouti sur une longueur d'environ 7 000 km et une largeur de 15 km (GMV, 2009) (Figure 1). L'objectif du projet de la GMV est de réduire les effets de la désertification par une approche de développement intégré sur une partie très affectée du sahel située entre les isohyètes 200 mm et 400 mm. A l'instar des pays sahéliens, le Tchad connaît aussi un déficit pluviométrique prolongé des années soixante dix à nos jours (Ngaryo *et al.*, 2010). Ce déficit est d'autant plus accentué dans la partie nord où la diminution de la pluviométrie moyenne se traduit par la mise en place progressive d'une zone aride et semi-aride (Themoi *et al.*, 1996). Cette sécheresse a entraîné une dégradation des sols et de la végétation de cette zone (Kidane *et al.*, 2006). Peu de travaux ont été consacrés aux sols et la végétation qu'ils supportent malgré l'étendue de ces zones arides et semi arides du Tchad. Les rares travaux sur les sols au Tchad ont été réalisés par Pias et Barbery (1964) puis par Audry et Poisot (1969) et ont porté essentiellement sur la cartographie permettant d'identifier les différentes unités de sols et leur classification. De nos jours, beaucoup reste encore à faire sur les travaux de

caractérisation des sols et de la végétation de la zone sahélo-saharienne du Tchad. C'est dans ce contexte qu'il faut situer cette étude qui vise à évaluer l'influence des caractéristiques

physicochimiques des sols (texture, salinité (CE) et alcalinité (pH)) de trois sites (Lac, Kanem et Bahr El Ghazal) de la Grande Muraille Verte du Tchad sur la flore et la végétation ligneuse.

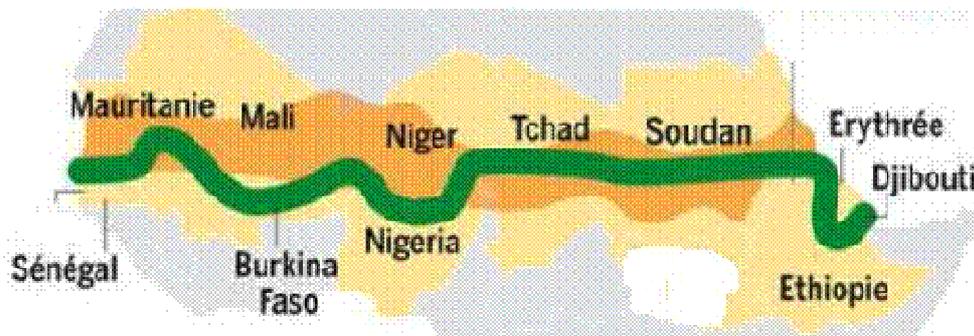


Figure 1. Tracé régional de la Grande Muraille Verte (Bureau Aménagement et Cartographie de la Direction des Eaux et Forêts, 2009), (GMV, 2012)

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La zone de l'étude : L'étude a été réalisée dans trois stations du tracé de la Grande Muraille Verte du Tchad (Figure 2) : Lac, Kanem et Bahr El Ghazal. La zone

d'étude s'étend sur 455 km de long et 15 km de large. Le choix des trois sites du tracé est lié au fait qu'ils sont situés en zone sahélo-saharienne très dégradé.

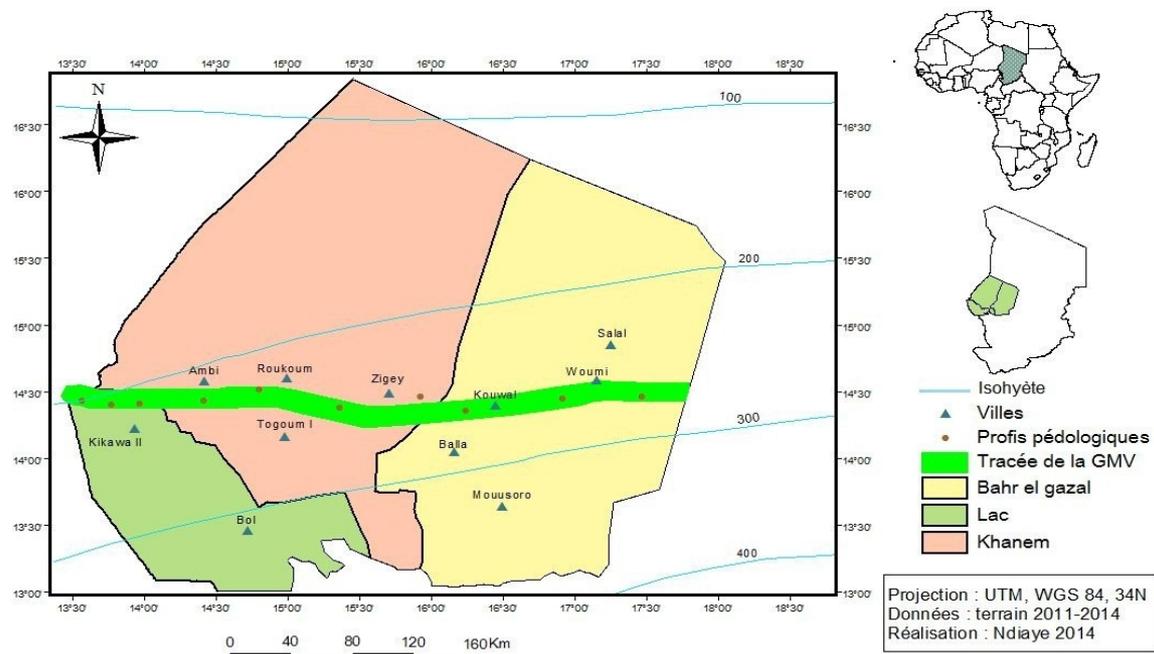


Figure 2. Localisation des sites et profils pédologiques

Les stations d'étude sont sous l'influence d'un climat sahélien aride à deux saisons : une saison sèche qui s'étend de novembre à mai et une saison pluvieuse de

juin à octobre. La température moyenne annuelle varie de 22,31°C à 33,64°C (Asecna, 2012) (Figure 3).

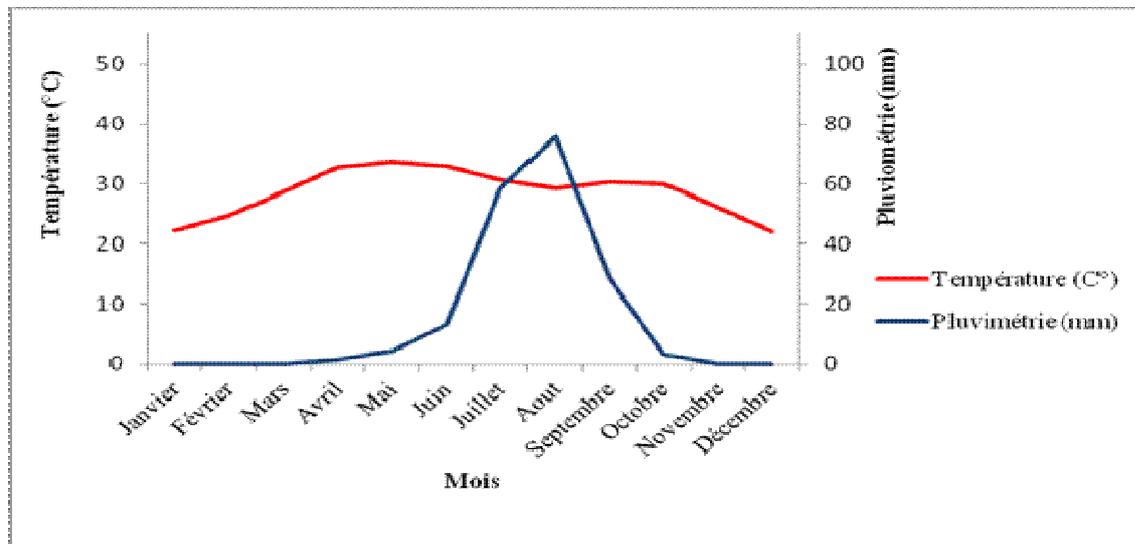


Figure 3. Diagramme ombrothermique de la zone d'étude.

La zone est caractérisée par des types de sols différents. Dans la partie ouest, les sols sont sableux (Pias, 1970). Le centre est marqué par des sols argileux, à concrétion calcaire, tandis que la partie Est dominée par des sols argilo-sableux. Sur cette couverture pédologique, se développe une végétation constituée de steppes arborées surtout épineuses dominées par les *Mimosaceae* (Audry et Poisot, 1969). Le choix des stations d'étude sur le tracé de la GMV est basé sur les différentes unités pédologiques qui y sont rencontrées.

Échantillonnage : Une prospection de la zone d'étude a été effectuée, dans le but d'identifier les unités pédologiques, en se référant à la carte morpho-pédologique. Des profils décrits sont répartis tout le long de la zone d'étude suivant les unités pédologiques (Figure 2). Au total, dix parcelles réparties sur les trois stations ont été choisies pour réaliser ce travail. La description des profils a été précédée de celle de leur environnement (type de végétation et de dégradation en cours, topographie, occupation des sols, etc.). Le positionnement des profils a été effectué en tenant compte des unités de paysage (dune, plateau et dépression) caractéristiques et représentatives du milieu. La dimension des profils est de 1,5 m x 1,5 m x 1,5 m. Les horizons ont été discriminés à partir des critères comme la texture et la structure. Dans chaque profil, des échantillons de sols ont été prélevés au niveau de chaque horizon du bas vers le haut. Ces échantillons des

sols conditionnés ont été acheminés au laboratoire de l'Institut de Recherche pour le Développement de Dakar (IRD) pour les analyses physico-chimiques.

Description de la végétation : L'étude de la végétation autour de l'environnement des profils a été réalisée sur des placettes carrées de 50 m de côté autour de chaque profil. Dans chaque placette, une liste des espèces a été établie et des mesures dendrométriques effectuées. Les mensurations ont concerné les individus dont la circonférence basale est au moins égale à 10 cm. Pour chaque individu rencontré, les mesures ont porté sur la circonférence à la base du tronc à 30 cm du sol, le diamètre de la projection du houppier au sol dans deux directions (nord-sud et est-ouest), la hauteur des arbres a été mesurée par la méthode Blum-Leiss qui nous a permis d'étudier la structure verticale de ce peuplement. Un recensement de la régénération (individus ayant une circonférence basale inférieure à 10 cm) a été aussi effectué.

Analyse des sols : Les analyses des échantillons ont porté sur la granulométrie, la conductivité électrique (CE) et le pH. La granulométrie a été déterminée par la méthode de tamisage (tamis de diamètres décroissants allant de 2000 à 63 μ m) et la texture des sols appréciée à partir du triangle texturale de Duchaufour (1997). Le pH (Tableau 1) et la CE (Tableau 2) ont été mesurés sur des suspensions de sol avec des rapports sol-eau respectifs de 2/5 et 1/10.

Tableau 1 : Échelle de pH des sols (Feller, 1995)

Gamme de pH	Appréciations
Inférieur à 4,5	Extrêmement acide
4,6 – 5,2	Très acide
5,3 – 5,5	Acide
5,6 – 6,0	Modérément acide
6,1 – 6,6	Légèrement acide
6,7 – 7,2	Neutre
7,3 – 7,9	Légèrement alcalin
8,0 – 8,5	Alcalin
Supérieur à 8,6	Très alcalin

La détermination de la conductivité électrolytique exprimée en micro siemens par cm ($\mu\text{S/cm}$).

Tableau 2 : Classification du degré de salinité (Feller, 1995)

Conductivité Électrique ($\mu\text{S/cm}$)	Degré de salinité
250	Non salé
250-500	Légèrement salin
500-1000	Salé
1000-2000	Très salé
>2000	Extrêmement salin

Analyse statistique : Le logiciel XISTAT 2014 (Version 16.2) a permis de réaliser les analyses statistiques. Deux analyses en Composantes Principales (ACP) ont été réalisées à partir des tableaux de contingence des profils pédologique (packages FactoMineR du logiciel R) (François *et al.*, 2010), paramètres physico-chimiques et espèces répertoriées, afin d'évaluer l'influence des caractéristiques physico-chimiques des sols sur la flore et la végétation (Ndiaye *et al.*, 2014). Cette analyse permet de préciser l'effet des facteurs écologiques sur la répartition et l'agencement des espèces (Ndiaye *et al.*, 2012). Elle s'avère très adaptée aux études écologiques en ce sens qu'elle permet d'obtenir une vision synthétique des relations entre espèces et facteurs du milieu (Diallo *et al.*, 2015). Elle permet de regrouper des paramètres qui ont des liens entre eux et d'identifier les facteurs écologiques majeurs au sein des relevés (Ter Braak et Smilauer, 1998). Cette ACP donne la possibilité

de résumer, de représenter les individus dans un même espace de dispersion et de connaître la quantité d'information expliquée par ces axes factoriels. Il s'agit donc d'une approche globale qui dégage les relations essentielles existant entre la végétation et le sol (Lebreton *et al.*, 1991). Pour faciliter l'analyse, le nom de chaque espèce ainsi que les paramètres physico-chimiques ont été codés. A la fin, une interprétation a été effectuée, ce qui a permis de mettre en évidence les différences ou similarités éventuelles entre les groupements de végétaux identifiés. Les résultats sont présentés sous formes de graphiques et de tableaux. Quant à la contribution, elle mesure la participation d'un individu (point-ligne) ou d'une variable (point-colonnes) à l'inertie d'un axe. Elle indique quels points-colonnes interviennent significativement dans la constitution d'un axe, elle permet aussi la description de deux axes.

RÉSULTATS

Caractéristiques physico-chimiques des sols : Les paramètres mesurés varient en fonction des stations (Tableau 3). D'une manière générale, dans les trois stations, les sols présentent une texture sableuse. Au Lac et au Kanem, les sols sont de texture et de structure particulière, la teneur en sables varie de 35 à 100% et de 8,90 à 99,3% respectivement. Au Bahr El Ghazal, la structure des sols est prismatique et la proportion en

sables varie de 20,40 à 85,50% et celle des argiles de 6,40 à 43,60%. Les sols sont très alcalins au Lac (pH allant de 8,3 à 10), légèrement alcalin à alcalin au Kanem (7,4 à 8,6) et légèrement alcalin à très alcalin au Bahr El Ghazal (7,8 à 9,3). La salinité des sols varie suivant les stations d'études. Les sols sont non salée à extrêmement salée au Lac (95 à 2592 $\mu\text{S/cm}$), non salée à hyper salée au Kanem (43 à 6180 $\mu\text{S/cm}$) et non salée au Bahr El

Ghazal (74 à 166 $\mu\text{S/cm}$). Dans la plupart des cas la salinité a été uniquement notée dans les horizons de surface des dépressions.

Tableau 3. Analyse physico-chimiques des sols

Sites	Horizons	Argiles	Limons (%)	Sables	pH	CE ($\mu\text{S/cm}$)
Lac	P1H1	2,3	0	100	9,75	102
	P2H1	22,9	27,4	46,3	9,07	1348
	P2H2	29,7	10,1	42	9,34	522
	P2H3	2	0,1	98,5	10,04	95
	P3H1	30	6,2	63,5	8,29	2592
	P3H2	54,9	6,9	35	8,93	703
	P3H3	3,9	0,4	97	9,72	169
	P3H4	2,4	0,2	98,3	9,68	110
	P3H5	3,2	2,3	97,1	9,8	96
Kanem	P4H1	1	4,1	95,8	8,64	62
	P4H2	1,8	3,5	95,9	7,97	43
	P5H1	4,6	72,2	8,9	7,83	6180
	P5H2	16,8	22,1	50,5	7,64	3080
	P5H3	12,5	31,4	52,2	7,96	4240
	P5H4	28,1	19,5	45,1	7,81	5520
	P6H1	17,1	10,8	70,3	7,92	141
	P6H2	16,5	9,7	71,2	7,76	128
	P6H3	27,6	37,8	28,9	7,79	2648
Bahr El ghazal	P7H1	2,5	0,6	97,2	7,76	139
	P7H2	2,5	0,1	99,3	7,36	98
	P8H1	12,5	19,2	66,5	8,33	74
	P8H2	9,8	9,9	77,4	8,73	83
	P9H1	9,1	5,6	77,3	8,6	122
	P9H2	32,1	10	55,8	8,51	92
	P9H3	43,6	29,9	20,4	7,79	166
	P10H1	11,9	13,4	74,8	8,89	93
	P10H2	6,4	8,7	85,5	9,32	101

P = profil; H = horizon; CE = Conductivité électrique; $\mu\text{S/cm}$ = micro siemens par centimètre

Variation spatiale des sols de la zone d'étude :

L'Analyse en Composante Principale (ACP) a permis de regrouper les espèces recensées en fonction de leurs ressemblances au niveau des profils pédologiques et d'en dégager des groupes écologiques caractéristiques des milieux étudiés. La figure 4 présente le cercle de corrélation des variables (A) et répartition des espèces (B) dans le plan factoriel F1 x F2 de la zone d'étude. Les axes F1 et F2 sont les plus corrélés avec les facteurs étudiés. Ces axes concentrent 82% de l'information contenue dans les données traitées, soit 65,34% pour l'axe F1 et 17, 39% pour l'axe F2. Les deux premiers

axes factoriels F1 et F2 expliquent 82,73% de la variabilité observée. L'essentiel de l'analyse est faite dans le plan formé par ces deux axes factoriels (Tableau 4).

Tableau 4. Valeur propre et pourcentage de variance des cinq premiers axes de l'ACP

Axes	F1	F2	F3	F4	F5
Valeur propre	3.267	0.870	0.605	0.211	0.048
Variabilité (%)	65.341	17.391	12.096	4.211	0.962
% cumulé	65.341	82.731	94.827	99.038	100.000

Le cercle de corrélation des variables de l'ACP sur les axes F1 et F2 sont présentés dans la figure 4 (A). L'axe F1 explique 65,34% de la variance totale et permet de discriminer les sols sableux (Sa) dans les abscisses négatifs aux sols riches en argile (Ar) et limon (Li) et la conductivité et pH élevés dans les abscisses positives. L'axe F2 explique 17,39% de la variance totale et permet d'opposer les sols alcalins dans les ordonnées positives aux sols riches en argile et limon dans les ordonnées

négatives. La figure 4 (B) représente la distribution des espèces dans le plan formé par les axes factoriels F1 et F2. La répartition des paramètres du sol permet de distinguer trois groupes d'espèces (G1, G2 et G3) avec une forte hétérogénéité. L'axe F1 permet d'opposer les espèces du groupe G1 qui se développent dans les sols sableux à celles des groupes deux et trois envahissant les sols argileux et limoneux avec des pH et conductivité élevés.

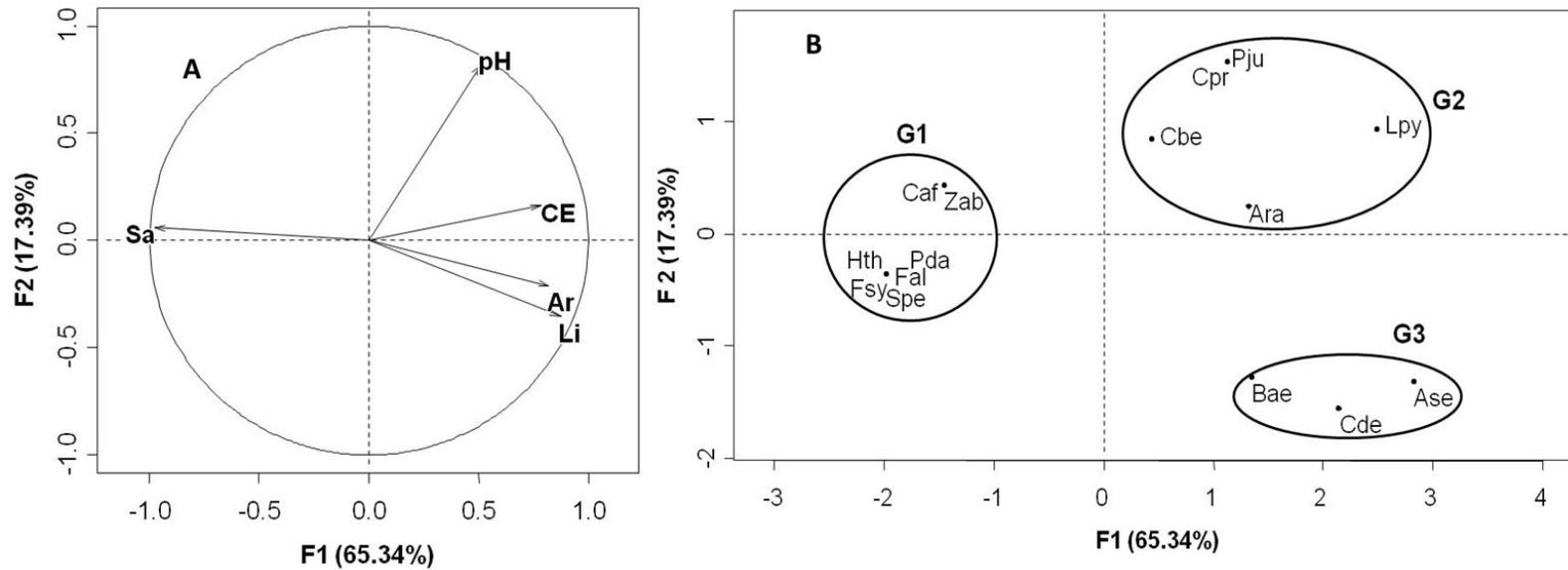


Figure 4. Analyse en Composante Principale, cercle de corrélation des variables (A) et répartition des espèces (B) dans le plan factoriel F1 x F2 de la zone d'étude

ERROR: undefined
OFFENDING COMMAND: '~

STACK: